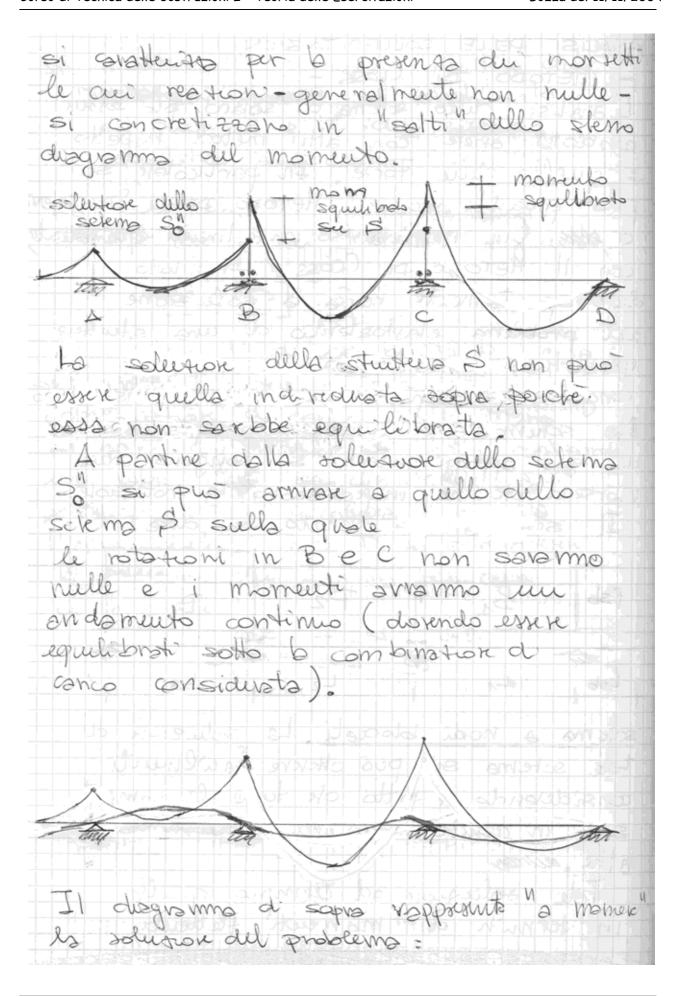
Prima esercitazione progettuale Progetto di un solaio laterocementizio

Analisi delle sollecitazioni con il Metodo di Hardy-Cross

- 1. Definizione dei Coefficienti di Rigidezza;
- 2. Definizioni dei Coefficienti di Ripartizione e dei Coefficienti di Trasporto;
- 3. Esempio numerico di applicazione del Metodo di Hardy-Cross;
- 4. Verifiche di congruenza.

ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI - METODO DI CROSS -L'anatisi dullo schema di solaro può emu condots onele con altri metadi rispetto a quello delle Forse. In particolor, si pus proceder con il HETODO DEGLI SPOSTAVENT o in mainiera sostanfialmente equivolente con il Heropo Di Cross. Il lebolo de li spistamenti norra la soluzione del problema elastostetuo de una studere perstitus a pantik de un sistema congruente ma non equilibrata. Consideramo la scheme del solaro; in correspondente dei suoi appaggi interni si pongono due morsetti de ne impediscono la notazione. Il sistema così ottenuto si dice schema a nodi bloccati. La soluzion di tale scheme si può othere facilmente considerando il fatto de tette le campate sons in qualifie modo and pendeut dalle alle. Tole solution, ad esempro quello in termin d' moment fletteuti



seguito di vota zioni Ic il momenti in Be c nouts solution equilibrets Con n'ew mento alla gimenos impata Ok la solution del and impaginar Si introducoro allora le seguenti grandina HOHENTI DI INCASTRO PERTETTO UIL E UIC donuti alle ation esterre sullo scheme COETFICIENTI DI RIGIDEZZA in a doruto ad una rotation momento in j dornto momento in i donuto ad

undana in i Vii momento in i dovuto ad una robotion un bria in 1. Nello se tema precedente e vella definiture du syddethi parametri e sothintesa la Validità del PRINCIPIO DI SOVRAPPOSIZIONE DEGLI ETTETTI (Valido in ipolen de comport neuto elastico-li reak). In orto di tale principio, il momento nell com i dell' asto y Vale Mij = Wij . Pi+Vij · Pj + Uij 1. CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI RIGIDEZZA E DEI YOHENTI DI INCASTRO PERFETTO I parametri introdotti passono ersen determinati in base alle condizion vincolar dell'asta. Si distinguo no per quanto soule nel regiuto; due casi degunti. 1.1 ASTA DOPPIAHENTE INCASTRATA Essetta I valori dei coeficiento di rigide no a possono determinare dallo definition steam. Nello Wis qi=1 selema a lato su rporte lo selema con in ad heurs whileho

del vincolo in i. Hello spirto del metodo delle fore à possono son un delle eque tion di congruite imporende le robeton nodal di ai allo scheme: | dij . Wij - Bij Vji = 1 1- Bij Wij + dit Vii =0 Per simme ma Wii = LEI Inoltr, per i momenti di mastro per fetto sono 1.2: ASTA APPOGGIATA AD UN ESTREHO Imponendo una rotatione untera all esterno inestato Wija, Q=1 i symbo aug is valore del momento Wij Ele mose in i

dy Wij = 1 => Wij = di Roulto molte Vij = Vji = Wji = 0 Al contrary nouls $w_{ij} = -\frac{9e^2}{8}$ 2. IMPOSIZIONE DELL'EQUILIBRIO NODALE. Consideramo due aste convegueto rel nodo i (suno le aste ije k) L'equilibro nodale si esprime Core signe Mij + Mik = 0 de aui Wij Pi+Vij Pj+Uij + Wik-Pi+Vik Pk + Uik =0 A quisto punto si en nee de l'equilibro del nodo i diperde dalla vote tione de vi si registra e da quelle de à hamo rage alti este mi. Tuttena imaginando come exhere sallo selemo So di EVER injurito HORSETTI IN O QUI

noto interno si può pensar ol nla severne uno per rolto. Allora, llegulibro del nodo i si other in prime approssine tox con nobten 9 = 9K=0 e con une rolevoi di dan, s $Q_i = -\frac{u_{ij} + u_{ik}}{w_{ij} + w_{ik}}$ La aoma du momenti d'invastro perfetto coincide con il monarto squebbati Mi. In funtore della rotation · Hem to si può deserver de il moneuto all'estremo i dell'est i-1 vole $H_{ij} = Q_i \quad \forall ij + u_{ij} = -\frac{\forall ij}{\forall ij} \quad H_i + u_{ij}$ ed e opposto a Mik = 9i Wik + Usk = - Wik . Hi + Mji Primo della rimotione del morsetto in i i moneuti Hik e Hij etano pan rspettinamente ai monenti d'inesstro perfetto uix euij. L'equilibro del nodo deinque avvien npartendo il nomento - Hi" (de e neussano per

equilibrar il nodo i su sui la soma du nonuti vole Hi") tre le due este che concorrono in i sells base du se puit Cij = Wij + Wex Cik = Wik Wij + Wik Tah coefficient à somme untenz si d'ano coefficienti Di RIPARTIZIONE E Vamo determinal pp tuti i nod non equilibrati 3. HOMENTI SULL' ASTA IN SEGUITO AD UNA POTA ZONE MODALE. Sull asta "ij" la rolatur Gi determina un morento in par a Hic = Vic Pi +uso Personto un moneulo por 2 Vji 9è vien TRASPORTATO DA i a j. Poicke vole la seguite velo pere $V_{ji} \cdot q_i = \frac{V_{ji}}{W_{ij} + W_{ij}} \left(-H_i^{(i)}\right) =$

Pi considera allora schema gia visolto numeriamente con l'ausilio dul Mat e si esamma come esempro la COMB1 (SLU) che costo della disposizione di sinco rappresentata nella figura F=1.50 KN P1 Psb 6.40 Valon numera de si assumono carich' sono i sequenti Ps6 = 4.30 KN/m F = 1.50 KN Ps = M. 12 KN/m P2 = 5.80 KN/m P3 = M. 12 KN/m 3.1: CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI RIPARTIZIONE Bisogna dapprima diterminare i co efficient d reportique sulla base della con Hecistica quo metrico - me connella sekima statico

Si osserva esplicitamente ek em non dependenta dai carichi - così cone la matrice di deforma belità nel HdF - e designe possono essere determinati uma volta per tutti all'iniquo. La seguente tabello miporta i valori memerci chei coefficienti di npartitare Cij per le vame aste che con rengono hei nod Be C sede delle rolationi ineognite.

NoDo	ASTA	RIGIDEZZE Wij	Zij = Wij
В	AB	3EI/L1	0.466
	BC	AEI/L2	0.534
CY LC	CB	4EI/L2	0.430
	CD	3EI/L3	0.540

3.2 CALCOLO DEI HEFFENTI DI TRASPORTO

AMEN Con n'elimento all'asta BC

i coefficienti di trasporto posso no valutario

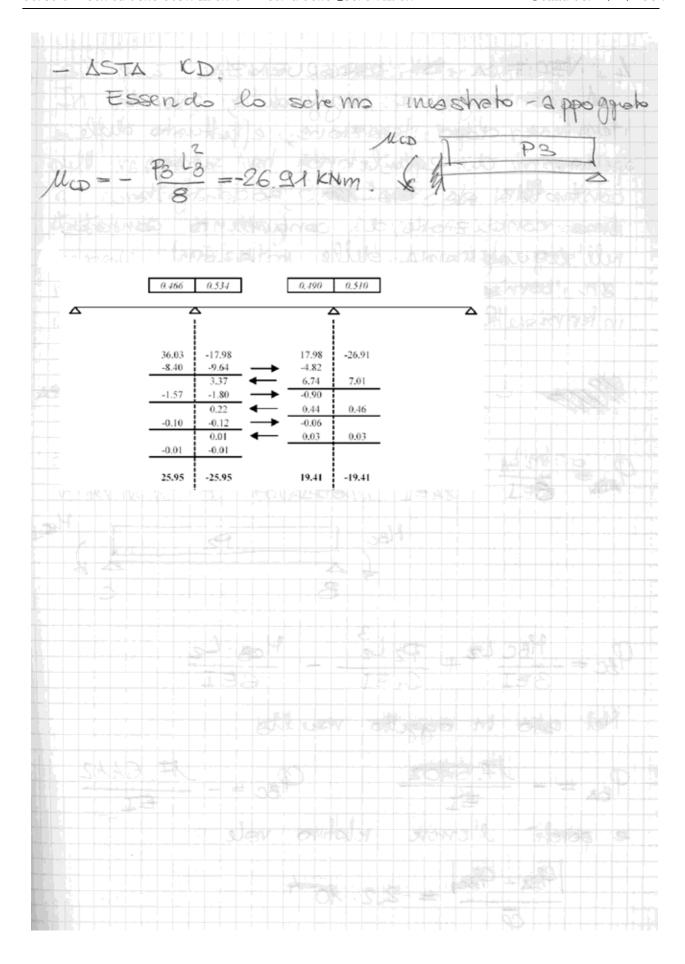
cone regue

Lic = Viii = L

Viii = L

Viii = L/2

Sulle att than coefhunt d'hosporto poste e sons 3.3: CALCOLO DEI HOMENTI DI IN CASTRO PERFETTO I moment d'incostro per fetto rguardano le singole aste e dipendo no dai Carreta che Visono applicati - ASTA AB Essendo m 1 momento doruto ai conchi posti sullo sbolzo m = Pob LSb + +. Lsb = 4.57 KN/m Il momento di insestro per ello isle $\frac{P_1 \cdot L_1^2}{8} - \frac{m}{2} = 36.03 \text{ KN/m}$ - ASTA BC Risulta, essendo l'asta do ppis meute UBC = - P2 62 = -17.98 KNW MCB = P2 42 = 17,98 KNM



4. VERIFICA DI CONGRUENZA.

A convergenza raggiunte, evendo
Iteration dopo iterazione espettuato delle
operationi di equilibrio ha sinso
controllar de sia soddisfatta
uma condizione di congruento connitente
nell'uguagianta delle rotationi
an corrispondenza del vari appoggi in ferm. Risulta: PBC = - HBC LZ + PZ LZ - HCB LZ

Nel soo in oggetto visulto $Q_{BA} = -\frac{17.6402}{EI}$ $Q_{BC} = -\frac{17.6412}{EI}$ $Q_{BC} = -\frac{17.6412$

si pus whenex tollerable.
In generale in termini di errore rebibilo,
si può acce tor em error dell'ordre
del rapporto tra lo scarto dei momenti
a convergents (0.01 KN nel
ceso in oggetto) e i valori dui monunti
unitial (nomet d'incomo perfetto de
rul soo = pecifico sono dell'ordine delle
duvie di KN). Pertento le tellerente
E et tole de
(001) -3
$\varepsilon \cong \left(\frac{0.01}{10}\right) \cong 10^{-3}$
dunque maggiore dell'errore relativo
in termin di rota roomi